

PRINTED WIRING BOARD AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

Publication number: JP2002329959 (A)

Publication date: 2002-11-15

Inventor(s): KURITANI HIROYUKI; OTSUKA KAZUHISA; YAMAGUCHI MASANORI; SHIMADA YASUSHI; HIRATA YOSHITAKE; YAMAMOTO KAZUNORI +

Applicant(s): HITACHI CHEMICAL CO LTD +

Classification:

- international: **H05K3/38; H05K3/46; H05K3/38; H05K3/46;** (IPC1-7): H05K3/38; H05K3/46

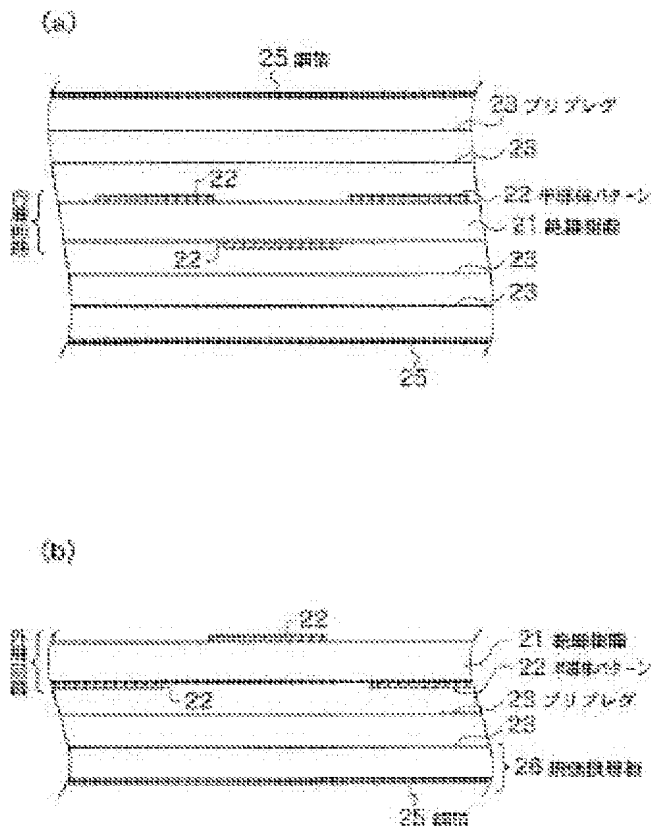
- European:

Application number: JP20010132489 20010427

Priority number(s): JP20010132489 20010427

Abstract of JP 2002329959 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a printed wiring board for a high frequency circuit, which reduces transmission loss. **SOLUTION:** The printed wiring board has an insulating resin layer and a wiring conductor made on this insulating resin layer. The surface roughness of the boundary face between the wiring conductor and the insulating resin layer is not less than $0.01\ \mu\text{m}$ and not more than $1.2\ \mu\text{m}$. Preferably, the surface roughness is not more than $0.4\ \mu\text{m}$, and more preferably, it is not more than $0.2\ \mu\text{m}$. It is desired that the wiring conductor is the wiring pattern composed of the conductor film made by combining a drive process such as deposition, sputtering, etc., and plating treatment. The lamination composed of the insulating resin layer and the wiring conductor of such surface roughness can also be used as the inner-layer circuit or outer-layer circuit of a multilayer printed wiring board.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-329959
(P2002-329959A)

(43) 公開日 平成14年11月15日 (2002. 11. 15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 5 K	3/38	H 0 5 K 3/38	A 5 E 3 4 3
	3/46	3/46	E 5 E 3 4 6
			Q
			T

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-132489 (P2001-132489)

(22) 出願日 平成13年 4 月 27 日 (2001. 4. 27)

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社
東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 番 1 号

(72) 発明者 栗谷 弘之

茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社総合研究所内

(72) 発明者 大塚 和久

茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外 8 名)

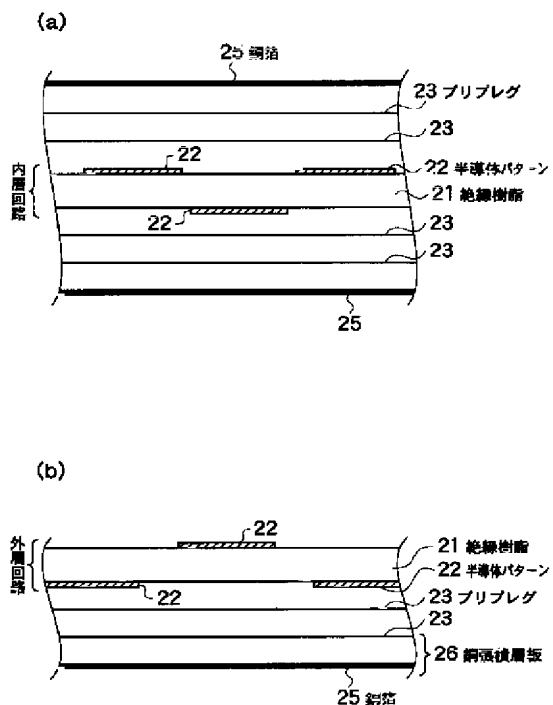
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリント配線板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 伝送損失を低減した高周波回路用のプリント配線板を提供する。

【解決手段】 プリント配線板は、絶縁樹脂層と、この絶縁樹脂層上に形成される配線導体とを有する。配線導体と絶縁樹脂層との境界面の表面粗さは、 $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下である。好ましくは、表面粗さは $0.4\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは、 $0.2\mu\text{m}$ 以下である。配線導体は、蒸着、スパッタリング等のドライプロセスと、めっき処理を組み合わせ形成された導体膜からなる配線パターンであるのが好ましい。このような表面粗さの絶縁樹脂層と配線導体からなる積層は、多層プリント配線板の内層回路あるいは外層回路としても用いることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁樹脂層と、

前記絶縁樹脂層に接する配線導体とを備え、前記絶縁樹脂層と配線導体との境界面の表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするプリント配線板。

【請求項2】 絶縁樹脂層と、前記絶縁樹脂層に接する配線導体とを備え、前記絶縁樹脂層と配線導体との境界面の表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $0.4\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするプリント配線板。

【請求項3】 表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下である絶縁樹脂層と、前記絶縁樹脂層上に形成された配線導体とを有する内層回路を含む多層プリント配線板。

【請求項4】 表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下である絶縁樹脂層と、前記絶縁樹脂層上に形成された配線導体とを有する外層回路を含む多層プリント配線板。

【請求項5】 絶縁樹脂層と、前記絶縁樹脂層に直接接する配線導体とを備え、前記絶縁樹脂層と配線導体との境界面の表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下であるプリント配線板と、前記プリント配線板上に搭載される1以上の電子部品とを含む電子機器。

【請求項6】 表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下である絶縁樹脂板を成形するステップと、前記絶縁樹脂板上にドライプロセスにより導体薄膜を形成するステップと、前記導体薄膜上に、この導体薄膜と同じ金属材料を用いて、めっきにより導体膜を形成するステップと、前記導体膜を加工して配線導体を形成するステップと、を含む、プリント配線板の製造方法。

【請求項7】 絶縁樹脂板を成形するステップと、前記絶縁樹脂板の表面を処理して、表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下である絶縁樹脂層を形成するステップと、前記絶縁樹脂層上に、ドライプロセスと、これに引き続くめっきプロセスにより導体膜を形成するステップと、前記導体膜を加工して配線導体を形成するステップと、を含む、プリント配線板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波回路に用いられるプリント配線板と、その製造方法に関し、特に伝送損失を低減した高周波プリント配線板およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】高度情報化時代である今日、情報通信技術、特に無線通信技術では使用周波数帯域がますます高周波帯域へと移行し

ている。特に、携帯電話や広帯域通信ネットワークシステムの普及につれ、数百MHz～数十GHzで使用される高周波プリント配線基板が必要とされている。

【0003】プリント配線基板上には、コンデンサ、インダクタ、レジスタなどの受動素子を含む特定の回路配線パターンが形成されるが、高周波になると電流は導体表面に集中して流れるようになり、導体と接する基板表面からの伝送損失が大きくなる。高周波/高速システム用の基板材料の損失を低減するために、GHz帯で優れた誘電特性、すなわち誘電損失（または誘電正接 $\tan\delta$ ）が小さく、広い範囲で誘電率が一定である特性を備えた基板が開発されている。最近では、フッ素樹脂やPPO（ポリフェニレンオキサイド）樹脂を使用したガラス布銅張積層板が実用化され、10GHzで誘電正接が0.005以下という良好な特性を示している。

【0004】しかし、伝送損失は配線導体パターンと、この導体パターンが形成される絶縁樹脂層との境界面の表面粗さとも関係する。一般に表面粗さ大きいほど損失は大きくなることが知られているが、現在のプリント配線基板の製造方法として主流となっているサブトラクティブ法では、銅張積層板を用い、銅箔の不用箇所をたとえばエッチングなどにより選択的に除去して導体パターンを形成する。銅張積層板では、プリプレグ樹脂と銅箔との接着力を高めるために、表面粗化処理を施しており、一般的な銅張積層板の銅箔と樹脂との境界面の表面粗さは $6\sim 8\mu\text{m}$ 程度、ロープロファイル箔でも $2\sim 3\mu\text{m}$ 程度である。このため、基板材料で誘電正接を低減したとしても、高周波電流の導体表面への集中による伝送損失の低減には限界があった。

【0005】さらに、携帯電話、モバイル等の移動通信機器に使用される配線基板では、その配線長が長い場合、全体として伝送損失が累積的に大きくなるという問題があり、基板表面での伝送損失を極力低減することが望まれる。

【0006】そこで、本発明は、基板表面からの伝送損失を効果的に低減した高周波プリント配線基板と、その製造方法を提供する。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の高周波プリント配線基板は、絶縁樹脂層と、この絶縁樹脂層に接する配線導体とを有し、配線導体に接する面の絶縁樹脂層の表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $1.2\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.4\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $0.2\mu\text{m}$ 以下であるプリント配線基板を提供する。

【0008】絶縁樹脂層の表面粗さが $0.01\mu\text{m}$ 以下とすると、樹脂層の表面処理が困難になり、プリント配線板の製造コストが高くなる。一方、表面粗さの上限は、使用する周波数帯域によって変動するが、 $1.2\mu\text{m}$ 以上になると、GHz帯域でのストリップラインある

いはマイクロストリップラインの損失が大きくなるので好ましくない。たとえば、2 GHzの周波数では、表面粗さを1.2 μm にすることによって損失の割合を50%に低減することができるが、これ以上の粗さにすると、損失を十分に低減することができない。

【0009】また、上限を0.4 μm 以下とすることによって、20 GHz程度の高周波に対しても十分に伝送損失を低減することができ、0.2 μm 以下とすると、80 GHz以上の高周波に対しても有効に伝送損失を低減することができる。

【0010】このような表面粗さを達成するために、平滑な面を有するフィルムや板、成形型などを用いてプレス成形法や圧縮成形法、移送成形法などにより絶縁樹脂層を成形する。

【0011】また、表面粗さが1.2 μm を超える絶縁樹脂板の表面に、平滑処理を行なってもよい。処理方法としては、絶縁樹脂板表面に液状樹脂または樹脂ワニス塗布する方法が好ましく、コーティングやディッピング、スタンピング、キャスト等公知の方法を用いることができる。また、鏡面を有する金型や鏡板を用いてモールドイングやプレスにより平滑面を得る方法も好適である。さらには、予め平滑面をもったフィルムや薄膜を、熱圧着や接着材を介して接着する方法も用いることができる。表面処理に用いられる被覆用の樹脂としては熱硬化性樹脂でも熱可塑性樹脂でもよいが、耐熱性が必要な場合は熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂のように架橋反応により網目構造をとるものが好ましい。

【0012】また、上述した範囲での表面粗さを有する絶縁樹脂層表面に導体パターンを付着性よく形成するために、まず、金属をスパッタリング、CVD、蒸着法などにより、上述の絶縁樹脂上に導体膜を形成する。この時の金属は特に限定しないが、電気伝導性のよいものが好ましい。次に、形成した導体膜上にレジスト膜を形成し、フォトリソグラフィによってパタニングし、エッチング等により所定の導体パターンを形成する。

【0013】このように、所定の範囲の表面粗さを有する絶縁樹脂層上に、ドライプロセスで導体パターンを形成することによって、接着性を保証するとともに、高周波における伝送損失を低減するプリント配線板を提供することができる。

【0014】このように、十分に高周波に対応できるプリント配線板に高周波帯域で動作するICチップ等を搭載することによって、動作の信頼性の高い電子機器を製造することが可能になる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は、ICパッケージ12を本発明のプリント配線板11上に実装した電子機器の概略断面図であり、図2は、図1に示したプリント配線板の構成例を示す図である。本発明のプリント配線板は、絶縁樹脂層21と、絶縁樹脂層上に形成された導体パター

ン22を有する。絶縁樹脂21と配線導体との境界面の表面粗さは、図2の例では1 μm である。

【0016】図2(a)では、表面粗さが1 μm である絶縁樹脂21上に形成した導体パターン22を内層回路として含む多層プリント配線板の構成例を、図2(b)は、同様の表面粗さの絶縁樹脂上に形成した導体パターンを外層回路用として用いる構成例を示す。図2に示す例において、絶縁樹脂21の厚さは約0.2 mm、導体パターン22の厚さは約18 μm 、導体パターン22の線幅は約0.4 mmである。絶縁樹脂21としてエポキシ樹脂を使用し、導体パターン22は銅(Cu)の配線パターンとした。

【0017】図2(a)に示すように、内層回路として使用する場合は、図示はしないが、導体パターン22はスルーホールを介して、銅箔25を加工して形成される外層回路と接続される。本発明の特徴として、導体パターン22は、表面粗さが1 μm と極めて平滑な樹脂表面にスパッタリングなどで直接形成された導体膜からなるパターンである。内層回路と外層回路材料としての銅箔25は、プリプレグ23を介して積層成形される。

【0018】図2(b)では、高周波電子部品を搭載するためのプリント配線基板として、外層回路にも適用できる例を示している。本発明のプリント配線基板を用いることによる損失の低減効果については、後述する。

【0019】なお、絶縁樹脂21としては上述の例に限定されず、その他の熱硬化性樹脂、あるいは熱可塑性樹脂を用いることができる。熱硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキド樹脂、アルキル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、シクロペンタジエンから合成した樹脂、トリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌラートを含む樹脂、芳香族ニトリルから合成した樹脂、3量化芳香族ジシアナミド樹脂、トリアリルトリメタリクレートを含む樹脂、架橋性ポリベンゾシクロブテン、フラン樹脂、ゲトン樹脂、キシレ樹脂、縮合多環芳香族を含む熱硬化性樹脂などを用いることができる。

【0020】熱可塑性樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレンや、4-メチルペンテン-1樹脂、ポリブテン-1樹脂、及び高圧法エチレンコポリマーなどのポリオレフィン樹脂；スチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリアリロニトリル、ポリアクリル酸系プラスチック、ジエン系プラスチック、ポリアミド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリアセタール、ポリベンゾシクロブテン、フッ素系樹脂、ポリウレタン系プラスチック；及びポリスチレン系熱可塑性エラストマー、ポリオレフィン系熱可塑性エラストマー、ポリウレタン系熱可塑性エラストマー、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリアミド系熱可塑性エラストマー、低結晶系1、2-ポリブタ

ジエン、塩素化ポリマー系熱可塑性エラストマー、フッ素系熱可塑性エラストマー、あるいはイオン架橋熱可塑性エラストマーなどの熱可塑性エラストマーなどを用いることができる。

【0021】絶縁樹脂層を成形する際に用いる平滑な面を有するフィルムや板としては、4-メチルペンテン-1樹脂、テドラー樹脂、フッ素樹脂、離型処理したポリエステル樹脂、離型処理した金属箔や金属板など、耐熱性がありかつ離型性のよいものが好ましい。成型型としては硬質クロムめっきを施した金型が好適である。

【0022】樹脂板表面を平滑処理する場合に用いられる樹脂は、上記絶縁樹脂板と同様の熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を用いることができる。

【0023】図3は、図2に示したプリント配線板における絶縁樹脂の表面粗さ Δ と伝送損失の増加率 $\Delta\alpha c$ との関係を示すグラフである。図4は、表面粗さ Δ を1.2 μm としたときの周波数 f と表皮深さ(skin depth) δ の関係、および周波数 f と伝送損失の増加率 $\Delta\alpha c$ の関係を示すグラフである。図3のデータを得るために、サンプルとして異なる表面粗さの絶縁樹脂を用意し、絶縁樹脂上に体積抵抗率 $\rho=1.74\times 10^{-8}\Omega\text{m}$ 、透磁率 $\mu=1.26\times 10^{-6}\text{H/m}$ の銅のマイクロストリップラインを形成した。表面粗さを0.01 μm としたときの伝送損失を基準にして、表面粗さを変化させたときの伝送損失の増加率を種々の周波数で測定したものである。

【0024】グラフから明かなように、たとえば2GHz帯域で伝送損失の増加率を50%以下に抑えようとすると、表面粗さを1.2 μm 程度あるいはそれ以下にする必要がある。この場合、表面粗さ Δ と損失の増加率 $\Delta\alpha c$ との間には、

$$\Delta\alpha c = (2/\pi) \tan^{-1} \{1.4 (\Delta/\delta)^2\}$$

という関係がある。

【0025】より具体的には、損失の増加率 $\Delta\alpha c$ の上限を50%とした場合に、個々の周波数における粗さ Δ の上限は、2GHzで1.253 μm 、20GHzで0.396 μm 、40GHzで0.280 μm 、80GHzで0.198 μm である。PHSの使用帯域が1.9GHzであることから、絶縁樹脂層と導体回路パターンとの境界面での表面粗さは、1.2 μm 以下であることが好ましい。また、静止衛星を用いた移動通信システムへの適用や、数GHz以上の高周波トランジスタを搭載する場合を考えると、表面粗さが0.4 μm 以下であることが望ましい。また、将来のさらなる高周波化を考えると、表面粗さは0.2 μm 以下であることがさらに望ましい。

【0026】基準とした表面粗さ0.01 μm を下限としたのは、表面粗さがこの値を下回ると、製造コスト的に不利になるからである。その理由は、絶縁樹脂板を成形する際の離型フィルムや鏡板、金型の表面加工費が著

しく高くなるためである。また、表面を平滑処理する場合は、処理用樹脂の表面に微細な凹凸が発生する場合あり、これを抑制するような処理工程では時間が多くかかるためである。

【0027】次に、図1に示したプリント配線板と、このようなプリント配線板上にICチップ等の電子部品を搭載した電子機器の製造方法について、図5および6を参照して述べる。

【0028】(a) まず、表面粗さが0.01 μm ~1.2 μm である絶縁樹脂板を用意する。このような絶縁樹脂板の成形方法としては、(i)あらかじめ上述した範囲の表面粗さの平滑フィルムを最上層としてプレス成形、圧縮成形などにより、絶縁樹脂板を形成する方法と、(ii)表面粗さが1.2 μm 以上の絶縁樹脂板の表面に、平滑処理を行なうことにより、最終的に表面粗さが0.01 μm ~1.2 μm の範囲になるようにする方法、の2通りがある。図3(a)の例では、後者の方法を採用する。すなわち、フェノール硬化系エポキシ樹脂を含浸させたガラスクロス53を、4-メチルペンテン-1樹脂フィルム(三井化学(株)製TPX)54とステンレス製鏡板52で挟み、プレス成形を行い厚さ0.2mmの絶縁樹脂層を得た。この絶縁樹脂層の表面粗さは0.2 μm であるため、表面の平滑化を図るために、さらに絶縁樹脂層の表面にポリベンゾシクロブテン樹脂55を膜厚5 μm になるようにスピコートし、絶縁樹脂板51を得た。この絶縁樹脂板の表面粗さは0.01 μm であった。

【0029】(b) 次に、ガス圧0.2Pa、RF電力1kWのRFスパッタを用いて、上記絶縁樹脂板上に膜厚0.05 μm のCr薄膜56を形成した後、その上にDCスパッタで膜厚0.5 μm のCu膜を形成した。このようなドライプロセスを用いることによって、平滑な樹脂表面に良好な付着力で導体パターンの基部を形成することができる。Cu膜上にさらに膜厚5 μm の電気銅めっきを行い、最終的にCu導体膜57を形成した。

【0030】(c) Cu導体膜57上にドライフィルムレジスト(日立化成工業(株)製フォテックH-W425)58をラミネートし、フォトリソグラフにより配線パターンを形成した後、塩化第2鉄エッチング液で銅をエッチングした。

【0031】(d) レジスト58を剥離した後、さらにアルカリ性フェリシアン化カリウム溶液でCr薄膜56をエッチングして内層回路の導体パターンを形成した。このような内層回路は、絶縁樹脂板51と導体パターンとの境界面の表面粗さが0.1 μm と平滑であり、高周波においても伝送損失を著しく低減することができる。ここまでの工程で、単層のプリント配線板が実現される。

【0032】(e) 得られた配線板と、フェノール硬化系エポキシ樹脂を含浸させたガラスクロス60と銅箔6

1とをプレス成形する。銅箔61は、外層回路の導体パターンとして、後の工程で加工されることになる。

【0033】(f) 表層の銅箔61にドライフィルムレジスト(不図示)をラミネートし、フォトリソグラフにより配線パターンを形成した後、塩化第2鉄エッチング液で銅箔61をエッチングし、レジストを剥離して導体パターン61を形成した。個々までの工程により、高周波対応の内装回路を含む多層プリント配線板が製造される。

【0034】(g) 得られた多層プリント配線板表面に、はんだ付けする部分以外の部分にソルダーレジストをスクリーン印刷し、紫外線を照射してレジストを硬化させた後、はんだ付けする部分にはんだペースト63をスクリーン印刷し、ICパッケージ65などの電子部品を搭載して、赤外線リフロー装置によりはんだ付けを行い電子機器を得た。なお、図示はしないが、内層回路の導体パターン57と、外層回路の(表面)導体パターン61とは、スルーホールで接続されている。搭載される電子部品は、図示のようなフラットパッケージに限られず、リードレスチップ部品、リード部品などでもよい。さらに、BGA型パッケージを搭載してもよい。この場合は、直接プリント配線板上にリフローで表面実装する代わりに、ハンダバンプを融着させるフリップチップ方式を採用する。

【0035】

【発明の効果】本発明では、絶縁樹脂板と、この絶縁樹脂板上に形成される導体パターンの境界面の表面粗さを

十分平滑にして伝送損失を低減するプリント配線板が実現する。このようなプリント配線板上に電子部品を搭載することによって、高周波でも伝送損失を十分に抑制できる電子機器が提供される。

【0036】本発明は、搭載する電子部品が高周波で動作する場合に特に効果的であるが、伝送損失を低減する効果は、1GHz以下の動作帯域の部品を搭載する場合にも同様に達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るプリント配線板を用いた電子機器の概略断面図である。

【図2】所定の表面粗さの絶縁樹脂層上に導体パターンを形成した基板を多層プリント配線基板の内層回路用、および外層回路用に用いた構成例を示す図である。

【図3】絶縁樹脂層と配線導体との境界面の表面粗さと伝送損失の増加率との関係を示すグラフである。

【図4】周波数と表皮深さの関係、および周波数と伝送損失の増加率の関係を示すグラフである。

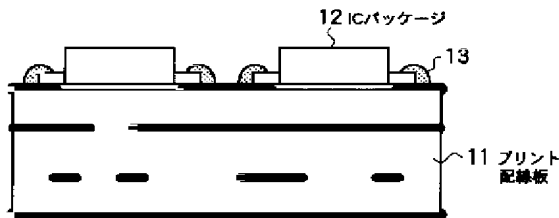
【図5】本発明のプリント配線板の製造工程を示す図である。

【図6】本発明のプリント配線板の製造工程であって、図5に引き続く工程を示す図である。

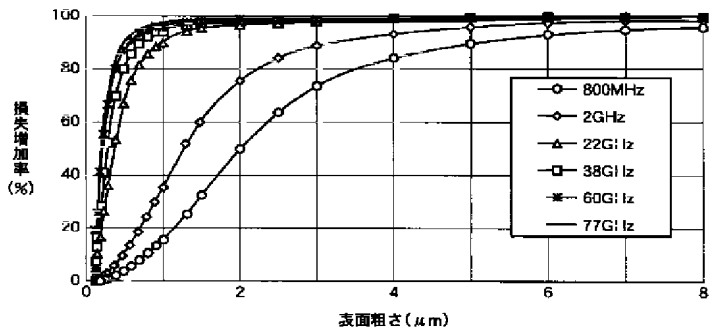
【符号の説明】

- 12、65 ICパッケージ
- 21、51 絶縁樹脂板
- 22、57 導体パターン
- 25、61 銅箔

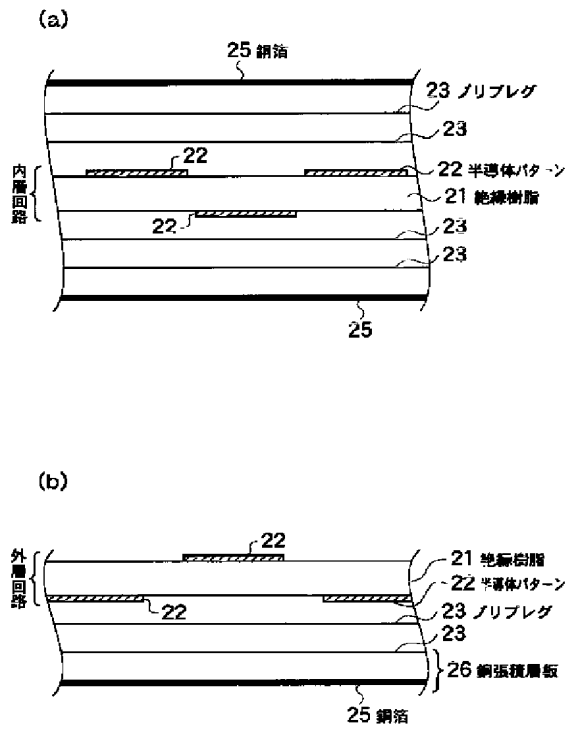
【図1】



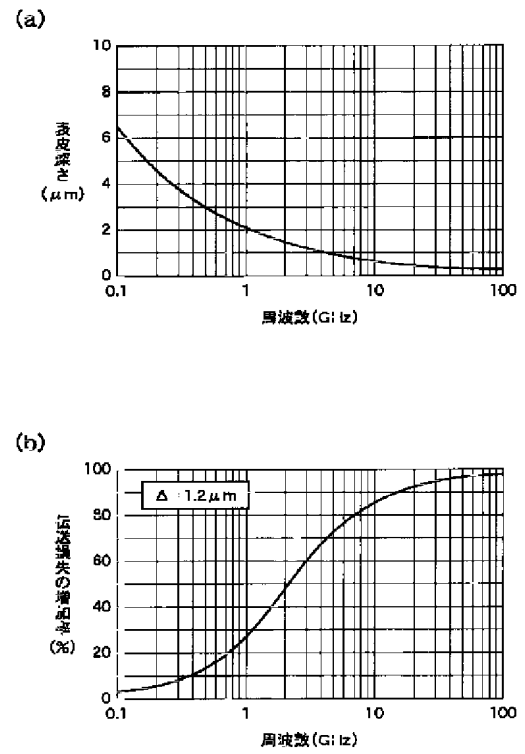
【図3】



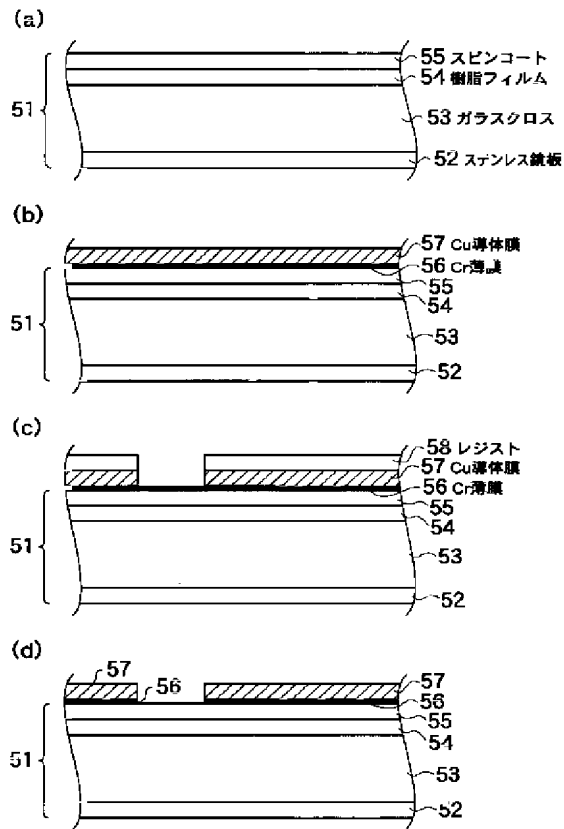
【図2】



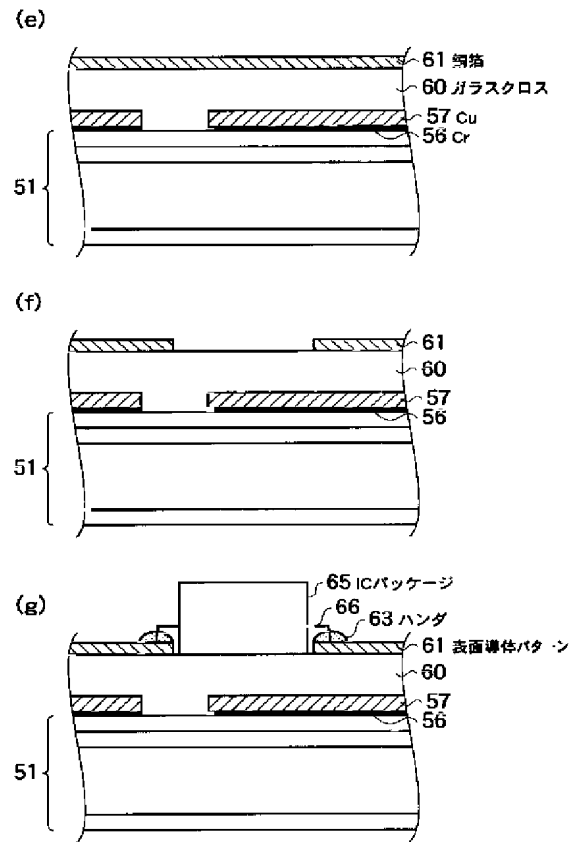
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山口 正憲
茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社総合研究所内
(72)発明者 島田 靖
茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社総合研究所内
(72)発明者 平田 善毅
茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 山本 和徳
茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成
工業株式会社総合研究所内
F ターム(参考) 5E343 AA16 AA17 AA18 AA19 BB16
BB24 BB38 BB54 BB72 CC67
DD03 DD25 DD43 DD76 GG13
5E346 AA12 AA15 AA35 CC04 CC08
CC09 CC10 CC12 CC13 CC14
CC32 CC40 DD02 DD03 DD17
DD24 DD48 GG22 HH02 HH06